

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPÉEN

(21) Numéro de dépôt: 88401239.4

(51) Int. Cl.4: B 28 D 1/22
B 28 D 7/04

(22) Date de dépôt: 20.05.88

(30) Priorité: 20.05.87 FR 8707275

(71) Demandeur: Vincent, Etienne
25 chemin du Hureau
F-49000 Angers (FR)

(43) Date de publication de la demande:
07.12.88 Bulletin 88/49

(72) Inventeur: Vincent, Etienne
25 chemin du Hureau
F-49000 Angers (FR)

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(74) Mandataire: Hammond, William et al
Cabinet CORRE & HAMMOND 17 rue Pasteur
F-92300 Levallois (FR)

(54) Procédé pour séparer un morceau de forme déterminée d'avance d'un bloc de matière, par exemple une roche.

(57) L'invention est relative à un procédé pour séparer un morceau de forme déterminée, par exemple une plaque relativement mince, d'un bloc, notamment de roche, sans enlèvement de matière. A partir d'une amorce de fissure (3) on fait propager une fissure, par exemple à l'aide d'une pression de fluide qui écarte les lèvres de la fissure. Pour guider la fissure, d'une part on exerce une force de compensation (C). sur la partie du bloc que l'on veut transformer en morceau, dans la zone à partir de laquelle se développe la fissure, d'autre part on crée des zones de moindre résistance en certains points de la surface de séparation désirée, sur tout ou partie du pourtour du morceau au moins, éventuellement même à l'intérieur du bloc. On peut ainsi obtenir, par exemple, des plaques de granit "clivées" de trente à cinquante centimètres de haut, et de trois centimètres d'épaisseur ou même des morceaux "clivés" en forme de "L" ou de "U".

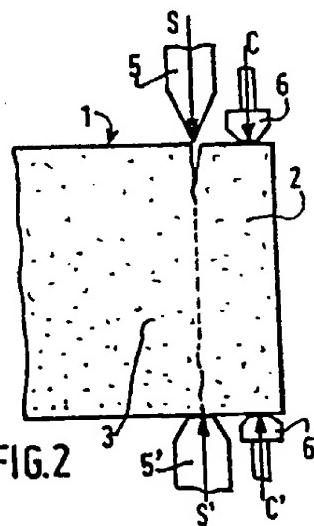


FIG.2

Description**Procédé pour séparer un morceau de forme déterminée d'avance d'un bloc de matière, par exemple une roche.**

La présente invention est relative à un procédé pour séparer un morceau de matière, dont la forme générale est prévue d'avance, d'un bloc ou d'un massif de la même matière, qui est par exemple une roche, par la technique de la propagation guidée de fissure.

Dans le présent texte on appellera "morceau" un volume de matière dont la dimension moyenne, dans une direction à peu près perpendiculaire à la surface d'ensemble de la fissure, que nous appellerons épaisseur du morceau, est inférieure au moins à un tiers, et plutôt à un dixième de la dimension de la fissure dans le sens général de sa propagation, sens qui détermine la hauteur du morceau. La "largeur" du morceau est mesurée perpendiculairement à la hauteur et à son épaisseur. Par "bloc" on entend un volume de matière dont la dimension moyenne, dans une direction à peu près perpendiculaire à la surface d'ensemble de la fissure est au moins trois fois "l'épaisseur" du morceau que l'on veut séparer, et par "massif" on entend un volume dont la dimension peut être considérée comme infinie par comparaison avec celle de la fissure.

Dans la technique de séparation par propagation de fissure, on part d'une amorce de fissure préexistante, qui peut se trouver initialement dans la matière, ou y avoir été préparée volontairement, et qui s'ouvre à la surface du bloc ou massif, et on exerce sur les parois de l'amorce au moins une force dirigée perpendiculairement à une surface de la fissure, de préférence deux forces agissant sur deux faces opposées de la fissure, ce qui a pour effet de propager la fissure vers l'intérieur de la matière, et on prolonge l'opération jusqu'à ce que la fissure ait séparé le morceau du bloc ou du massif.

Les procédés de séparation par propagation de fissure sont applicables à un grand nombre de matières, en particulier toutes celles dont la résistance à la traction est relativement faible par rapport à leur résistance à la compression et dont le domaine élastique s'étend assez près de leur charge de rupture. Les roches naturelles dans leur majorité, le verre, le béton, la céramique, certaines matières plastiques sont justifiables de ces procédés. Toutefois, les études et applications se rapportant aux procédés de séparation par propagation de fissure ont, jusqu'ici, concerné les matériaux "feuillettés" c'est-à-dire présentant une direction de moindre résistance, par exemple les schistes ardoisiers, la direction générale de la fissure étant cette direction de moindre résistance qui sert de guidage à la fissure. On a proposé en particulier dans FR-A-2.182.309 de soumettre deux faces opposées, parallèles à la direction de moindre résistance, d'un bloc de matériau feuilletté, à un vide partiel pendant que l'intérieur de l'amorce de fissure, puis de la fissure en progression, était soumis à la pression atmosphérique. On a également proposé dans FR-A-2.432.375 d'envoyer dans le fond de l'amorce de fissure, puis de la fissure en progression, un jet de liquide à très grande vitesse, cette vitesse se

transformant en pression, pour écarter les faces opposées de la fissure dans la région de son fond. On a aussi proposé dans EP-A-0 050 075 d'exercer sur le bloc ou morceau que l'on veut diviser, un effort de cisaillement grâce à deux forces opposées appliquées parallèlement à la direction de moindre résistance et de part et d'autre de la fissure que l'on veut créer.

Ces divers procédés, appliqués à la division de blocs de matière feuillettée permettent de développer des fissures parallèles à la direction de moindre résistance. En revanche, si on essaie de les utiliser pour séparer un morceau tel que défini plus haut, d'un bloc ou massif de matière non feuillettée en créant une fissure perpendiculaire à la direction de moindre résistance ou faisant un grand angle avec cette direction, on se heurte à la difficulté suivante : la fissure n'étant plus guidée dans son développement par le plan de moindre résistance de la roche, se développe d'une façon non contrôlable ce qui ne permet pas de produire des morceaux dont la forme puisse être déterminée au préalable.

On sait qu'il est possible de guider la propagation d'une fissure en préparant au préalable le plan que l'on veut voir parcourir par la fissure soit en forant des trous parallèles nombreux dans le plan de fissuration désiré, soit en traçant des rainures superficielles situées dans le même plan. Cette manière d'opérer présente des inconvénients : le nombre de trous et la profondeur des rainures doivent être d'autant plus grands que le morceau est mince par rapport au bloc d'où un coût élevé et un aspect esthétique souvent non désiré. Une autre solution parfois utilisée consiste à exercer sur le pourtour du morceau à séparer, suivant le plan de séparation désirée, une forte pression par l'intermédiaire d'outils à angle plus ou moins aigu. Cette méthode ne permet pas de séparer des blocs minces d'un morceau épais. Pour cette raison toutes ces techniques ont jusqu'ici été proposées pour diviser des blocs en blocs plus petits mais non pour obtenir des morceaux au sens indiqué plus haut à partir de blocs ou de massifs.

Le but de l'invention est de résoudre ce problème en fournissant un procédé économique de séparation d'un morceau de forme définie à partir d'un bloc ou massif par la technique de propagation de fissure. Pour obtenir ce résultat, l'invention fournit un procédé pour séparer un morceau de forme définie d'avance d'un bloc ou d'un massif, ce procédé comportant la création d'une amorce de fissure, puis l'application sur l'une ou sur les deux parois de cette amorce puis éventuellement de la fissure elle-même une ou deux forces opposées suffisantes pour faire progresser cette fissure jusqu'à ce qu'elle ait atteint sur toute son étendue la surface extérieure du bloc ou massif et séparé le morceau, ce procédé présentant en outre pour particularité que :

- on prépare la surface suivant laquelle on veut opérer la séparation en y créant artificiellement des

lignes ou des points de moindre résistance sur au moins une partie du tracé selon lequel on désire que la fissure atteigne la surface extérieure du morceau et éventuellement à l'intérieur même du bloc.

- et on applique sur la partie du bloc destinée à constituer le morceau un ensemble de forces de compensation, sensiblement parallèles à la surface de séparation désirée et dont la composante, appelée force de compensation principale, parallèle à la direction de développement de la fissure, s'exerçant sur le morceau en cours de séparation reste pratiquement constante à une valeur convenablement dosée.

- les différentes opérations se déroulant dans un ordre quelconque à la seule condition que la fissure ne se développe qu'après la préparation de la surface de séparation et l'application des forces de compensation.

L'invention découle en premier lieu de la découverte qu'il est possible d'agir sur la direction de la propagation d'une fissure en créant dans la matière un gradient de compression. En effet, une fissure se propage naturellement vers les zones les moins comprimées ou les plus tendues de la matière. En l'absence de force de compensation, l'état de la matière de part et d'autre de la fissure dans la zone où elle est en cours de développement est tel que la fissure s'incurve immédiatement vers la zone de plus faible épaisseur et cause la formation d'écaillles. Le calcul montre que ces phénomènes peuvent être supprimés si la zone du morceau immédiatement à l'arrière de la fissure en cours de progression est soumis à une force de compression dont la composante parallèle à la direction de propagation de la fissure est correctement dosée et dont l'intensité varie en gros comme la racine carrée de la dimension du morceau dans le sens perpendiculaire à la direction de la fissure. Cet effort restant important même pour des morceaux minces, son application prolongée sur un morceau long risque de l'endommager, une particularité accessoire de l'invention permet de supprimer cet effort dès que le morceau est séparé.

Mais la particularité essentielle de l'invention est ailleurs. Tout bloc de matière, même non feuillettée, est toujours relativement hétérogène et l'application d'une force de compensation, seule, ne suffit pas à diriger convenablement la fissure suivant la forme désirée. Sauf dans le cas où la fissure doit se propager dans le plan de moindre résistance d'une matière dite fissile, il convient donc de créer dans la surface de séparation désirée des zones de moindre résistance qui participeront au guidage de la fissure. Il faut "préparer" la surface de séparation désirée. Cette préparation pourra varier suivant des nécessités économiques, suivant l'aspect de surface que l'on désire donner au morceau, suivant la précision de séparation désirée. Suivant une particularité de l'invention la préparation permet de donner aux morceaux soit une forme ondulée, soit une forme comportant des angles très aigus, en forme de "L" ou de "U" dont tout ou partie des quatre ou six parois auront un aspect clivé.

Enfin, selon une autre particularité accessoire de l'invention, on utilise, en sus des modes de guidage

par effort de compensation et préparation de la surface de séparation, un mode de séparation qui possède en lui-même une certaine action de guidage : c'est la séparation par action d'un fluide sous pression, lequel agissant jusqu'au front même de la fissure en cours de formation, diminue la tendance de la fissure à dévier vers la zone de plus faible épaisseur.

On va maintenant décrire les différents modes d'exécution pratique des diverses étapes du procédé de l'invention.

La préparation de la surface suivant laquelle on veut créer la séparation revient à créer dans cette surface des lignes ou des zones de moindre résistance qui joueront le rôle d'appel de la fissure au cours de son développement. Le plus simple, et cela est généralement suffisant si l'effort de compensation est correctement dosé, consiste à agir sur le pourtour du bloc, suivant tout ou partie de la ligne de séparation désirée : des fissures courtes créées par des chocs sur un outil, des rainures peu profondes dont l'action peut être renforcée par un léger effet de coin, constituent des moyens simples. On peut aussi appliquer des pressions importantes sur des outils disposés sur tout ou partie de la future ligne de rupture. On peut aussi, suivant une modalité différente, créer des rainures dans le bloc, sensiblement perpendiculaires à la surface de séparation désirée. C'est le fond de ces rainures qui créera la ligne d'appel de la fissure. L'épaisseur du morceau à détacher sur ses bords sera égale à la profondeur de la rainure. L'espacement entre les rainures déterminera la largeur et ou la hauteur du morceau à séparer. Ces deux derniers moyens ne laissent aucune trace sur la surface clivée. Enfin, on peut agir loin à l'intérieur du bloc, dans la surface de séparation en y créant des zones de faiblesse dont l'effet, au moment du passage de la fissure, sera fortement augmenté par l'effort de compensation.

Un des moyens simples de créer de telles zones de faiblesse consiste à forer un faible nombre de trous de mines dans le plan de séparation désiré à l'intérieur du bloc.

Les forces de compensation sont des forces sensiblement parallèles à la surface de séparation désirée, agissant sur la tranche du morceau à séparer. Le procédé demande que soit mis en oeuvre au moins un ensemble de forces de compensation tel qu'il exerce une pression la plus constante possible sur la section du morceau, perpendiculaire à la surface de séparation désirée, la plus proche du fond de fissure, et ceci pendant tout le processus de formation du morceau. Cet ensemble de force doit donc être mis en oeuvre sur la partie de tranche du morceau proche de la ligne d'amorce de fissuration d'où partira la fissure qui assurera la séparation du morceau, seule la composante de cet ensemble de force parallèle à la direction de propagation de la fissure jouera le rôle de force de compensation principale. Des forces de compensation secondaires, toujours appliquées sur la tranche du morceau à séparer, mais ayant des directions différentes de la force de compensation principale peuvent être mises en oeuvre. Elles ne joueront qu'un rôle complémentaire de guidage de

la fissure. Toutes les forces de compensation peuvent avoir au voisinage de leur point d'application une composante ayant tendance, soit à refermer la fissure que l'on cherche à développer et donc à retarder son passage dans la zone en question, soit au contraire à l'ouvrir. A titre d'indication, pour un morceau de trois centimètres d'épaisseur et dix centimètres de largeur, la force de compensation principale, dans un granit moyen, est de l'ordre de quelques tonnes, indépendante de la longueur du morceau à séparer. La valeur importante de cette force exige que soit étudiée avec soin l'implantation de la force de réaction à lui opposer de façon à ne pas induire dans le bloc des contraintes parasites. Suivant une disposition recommandée mais non indispensable, le plus simple est de reprendre la force de compensation principale par une force du même ordre de grandeur et de direction sensiblement opposée sur le côté opposé du morceau.

Pour créer l'amorce principale, c'est-à-dire celle à partir de laquelle se propagera la fissure, on peut prévoir de donner un choc à l'aide d'un outil en forme de ciseau. On peut aussi créer d'abord une rainure, par tout moyen classique puis introduire à force un coin dans cette rainure. Les deux méthodes laissent une trace visible sur la surface du morceau et du bloc. Dans le cas où ceci est considéré comme un inconvénient, on peut simplement exercer sur la matière, sur tout ou partie de la ligne de fissuration désirée une très forte pression par l'intermédiaire d'un outil en forme de ciseau, pression qui amorce la fissure, puis la propagera par effet de coin.

Dans les trois cas ci-dessus, l'augmentation des forces ayant permis de créer l'amorce de fissuration principale en permettra le développement. Une autre méthode très intéressante assurant la propagation de l'amorce principale consiste à injecter dans la dite amorce un fluide sous pression, lequel agissant à proximité immédiate du fond de la fissure, permet éventuellement de diminuer l'effort de compensation.

Comme on peut le constater les moyens mis en œuvre pour amorcer et propager la fissure initiale sont identiques à ceux préconisés pour guider la fissure le long de la ligne de séparation désirée. Simplement les forces pour guider, à moyens égaux, seront toujours plus faibles que celles mises en jeu pour propager la fissure. Dans le cas d'utilisation de pression exercée sur la matière il est à remarquer que plus l'arrondi de l'extrémité du ciseau assurant cette pression est grand, plus la pression à développer pour propager la fissure est grande. Suivant une modalité très intéressante il pourra donc être utile de serrer la matière entre deux séries de ciseau, une série à extrémité relativement aiguë assurera amorce et propagation de la fissure principale, l'autre série à extrémité plus arrondie assurera le guidage de la fissure à l'autre extrémité du morceau.

L'ordre des opérations à exécuter pour séparer, par propagation de fissure, un morceau d'un bloc est quelconque, à la seule condition que la propagation de la fissure principale n'ait lieu qu'après que les opérations de préparation de la surface de séparation et de mise en œuvre des forces de compen-

sation soient terminées.

Pour exercer les différentes forces mentionnées ci-dessus, on préférera l'emploi de vérins hydrauliques qui permettent notamment la mise en œuvre de forces très importantes avec un arrêt quasi instantané de celles-ci, cette dernière propriété étant surtout intéressante pour la force de compensation principale.

L'invention va maintenant être exposée de façon plus précise à l'aide d'exemples pratiques, illustrés par les dessins, parmi ceux-ci :

Fig. 1 est une vue en perspective d'un bloc préparé pour en séparer un morceau suivant une ligne définie d'avance,

Fig. 2 est une coupe de ce bloc pendant la propagation de la fissure principale,

Fig. 3 est une vue en perspective d'un bloc préparé d'une façon différente,

Fig. 4 est une vue analogue d'un morceau tiré du bloc de la Fig. 3,

Fig. 5 est une vue en perspective d'un bloc de grande dimension contenant une préparation sur le pourtour du bloc et à l'intérieur du bloc, dans le plan de séparation désiré,

Fig. 6 est une coupe montrant un détail de la Fig. 5,

Fig. 7 et 8 sont des vues en perspective illustrant la séparation d'un morceau en forme de "L".

On observera que sur les figures, pour une plus grande clarté les proportions exactes ne sont pas respectées. En effet la méthode permet de séparer des plaques de granit par exemple dont l'épaisseur peut être inférieure à trois centimètres pour une longueur, dans le sens de propagation de la fissure atteignant ou dépassant cinquante centimètres. La Fig. 1 montre un bloc 1 de granit par exemple, ou de verre, sensiblement en forme de parallélépipède, en vue de la séparation d'un morceau 2 en forme de plaque. La coupe de la Fig. 2 montre comment le bloc est serré suivant la ligne de rupture désirée 3, entre une première série d'outils contigus ou pas 5, appliqués par des forces S sur une face du bloc et une deuxième série d'outils 5' appliqués par des forces S' sur la face opposée du bloc. Les outils 5' ont à leur extrémité un plus grand rayon de courbure que les outils 5. Sur les deux autres faces du bloc on a créé une ou plusieurs séries de rainures 4. La force de compensation principale C est appliquée par l'intermédiaire d'un ou d'une série d'outils 6 à extrémité plate ou très arrondie. Cet effort est en grande partie repris par un ou une série d'outils 6', appliqués par une force antagoniste C'. La somme S + C des forces appliquées sur une face du bloc est égale à la somme S' + C' des forces appliquées sur la face opposée. Une fois réglée la force C, on augmente progressivement la force S transmise par l'extrémité du ou des outils 5 dont l'extrémité a un relativement faible rayon de courbure. Les réactions de ces efforts sont reprises comme nous l'avons vu en C' et S'. En raison de la différence des rayons de courbure des outils 5 et 5' on amorce ainsi une fissure sous le ou les outils 5, qui se développe brutalement exactement suivant le contour désiré et approximativement suivant le plan de rupture re-

8

cherché.

Dans la Fig. 3 on a représenté un bloc, sensiblement en forme de parallélépipède pour le clarté de la figure, dont les faces opposées deux à deux, sont f1, f2 - f3, f4 - f5, f6. On a tracé sur f5, sensiblement perpendiculairement à cette face, et aux faces f1, f2, des rainures R1 à R5 dont la profondeur est égale à l'épaisseur des morceaux que l'on désire séparer. On serre ensuite le bloc suivant tout ou partie des lignes de séparation désirée 41, 42, etc. avec des outils du type des outils 5 et 5' de la Fig. 2, après avoir appliqué l'effort de compensation principale sur les deux faces du morceau situées dans les faces f1 et f2 du bloc. Par augmentation progressive de la force appliquée sur les outils 5 et donc 5' on obtiendra une séparation brutale du morceau 2. La répétition successive des opérations de serrage et d'application de forces de compensation séparera des morceaux 2, dont seules deux faces latérales, correspondant aux rainures R1, R2, par exemple sont sciées, les autres faces peuvent être toutes obtenues par propagation de fissures

Dans la Fig. 5 on a représenté un bloc de grande dimension, plusieurs mètres carrés de section. Ce bloc est supposé de forme irrégulière et on veut créer une face plane dans ce bloc 1. On commence par préparer la surface plane que l'on cherche à obtenir, en traçant sur tout ou partie du pourtour de ce bloc, en restant dans le plan que l'on désire créer, une rainure ou des rainures 12 peu profondes, d'un à quelques centimètres par exemple, à l'aide d'un outil diamanté, on force un trou 11 dans le plan de séparation désirée. On serre le bloc par des forces de compensation C1, C'1 principales et par des forces de compensation auxiliaire C2, C'2, puis à l'aide d'un ou plusieurs coins 10 introduits dans la rainure 12, on crée éventuellement une légère tension entre les lèvres de la rainure, sans toutefois amorcer une fissure importante. On peut aussi éventuellement introduire une tension perpendiculaire au plan de séparation désiré par introduction de coins correctement dirigés dans le trou de mine 11. Une fois ces opérations de préparation terminées, on met en tension plus fortement les coins 10 se trouvant dans la zone de C1, amorçant ainsi la fissure principale et la développant. On détachera ainsi du bloc un morceau 2 suivant une surface approximativement plane.

Dans la Fig. 7 on retrouve un bloc de forme adéquate avec ses faces sensiblement opposées f1, f2 - f3, f4 - f5, f6, on trace en un endroit convenable de f5 vers f6 un trou de mine 13. On prépare les surfaces de séparation, suivant l'une quelconque des modalités vues plus haut des plans de séparation, partant du trou de mine 13, et parallèles aux faces f2, f3, on applique, du côté de la face f5, sur le côté du morceau à séparer 2, tel que représenté sur la Fig. 7, des efforts de compensation correctement dosés. On assure la séparation par l'un des procédés décrits plus haut, de préférence en injectant un fluide sous pression dans deux rainures peu profondes 14, ce qui permet d'obtenir le morceau de la Fig. 8, dont toutes les faces peuvent avoir un aspect "clivé".

L'invention a été décrite en se référant principale-

ment à l'obtention de morceaux utilisables dans l'industrie du bâtiment et des travaux de voirie, en matériaux tels que roche, notamment granit, verre, béton, terre cuite. Elle peut trouver des applications dans d'autres domaines en particulier dans celui des matières de grande valeur sous un faible volume, telles que les métaux ultra purs ou les pierres précieuses ou semi-précieuses. Le découpage de telles matières se fait habituellement en utilisant de scies à disque diamanté très mince afin de limiter au maximum les pertes de matière. Ces scies sont coûteuses et d'emploi délicat, elles entraînent cependant des pertes de matière appréciables. Ces pertes sont supprimées par le procédé de l'invention. Au cas où un polissage ultérieur de la surface de séparation est nécessaire, les pertes de matière sont cependant fortement réduites.

Une autre application intéressante réside dans la réalisation d'objets d'art ou de décoration, par exemple en roche telle que l'obsidienne, en cristal de roche ou analogue, en verre ou en cristal. Les surfaces obtenues par propagation de fissure présentent, en effet, un aspect original qui ne peut pas être obtenu par d'autres méthodes telles que polissage plus ou moins grossier, action de jet de sable, attaque chimique, etc.

Il est bien entendu que pour l'homme du métier le mot "forces" est utilisé aussi bien pour désigner des forces individualisées, que l'ensemble de forces, par exemple des pressions.

Revendications

1. Procédé pour séparer un morceau (2) de forme définie d'avance d'un bloc (1) ou d'un massif, ce procédé comportant l'application sur une ou les deux parois d'une amorce de fissure d'une ou deux forces opposées suffisantes pour faire progresser la fissure, et la continuation de l'application de cette ou de ces forces au cours de la progression de la fissure jusqu'à ce qu'elle ait atteint sur toute son étendue la surface extérieure du morceau à séparer, caractérisé en ce que :
 - on prépare la surface (3) suivant laquelle on veut opérer la séparation en y créant artificiellement des lignes ou des points de moindre résistance (4, 11 à 14) sur au moins une partie du tracé selon lequel on désire que la fissure atteigne la surface extérieure du morceau et éventuellement à l'intérieur du bloc,
 - et on applique, sur la partie du bloc destinée à constituer le morceau, un ensemble de forces de compensation, sensiblement parallèles à la surface de séparation désirée et dont une composante, appelée force de compensation principale (C), parallèle à la direction de développement de la fissure, s'exerçant sur le morceau en cours de séparation reste pratiquement constante, à une valeur convenablement dosée,
 - les différentes opérations se déroulant dans

un ordre quelconque, à la seule condition que la fissure ne se développe qu'après la préparation de la surface de séparation et l'application des forces de compensation.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les lignes de moindre résistance artificiellement créées sont tracées sur au moins une partie du pourtour du bloc, sur la surface de séparation désirée du morceau et sont constituées par des rainures ou des fissures peu profondes (4, 12, 14) allongées dans la surface de séparation désirée ou par des pressions fortes établies suivant ces mêmes lignes.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les lignes de moindre résistance artificiellement créées sont au moins en partie constituées par le fond d'une ou de plusieurs rainures (R1 à R5) établies dans le bloc, sensiblement perpendiculairement à la surface de séparation désirée et dont la profondeur correspond à l'épaisseur, sur ses bords, du morceau que l'on désire séparer.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 selon lequel on obtient l'amorce et le développement guidé de la fissure en serrant fortement le bloc suivant au moins une partie de la ligne de séparation désirée entre des ciseaux (5, 5'), caractérisé en ce que l'extrémité des ciseaux (5) situés dans la zone où on désire amorcer la fissure est moins arrondie que celle de ceux (5') qui sont disposés dans la zone où ils sont appelés simplement à guider la fissure.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on prépare des zones ou des lignes de moindre résistance à l'intérieur même du bloc, dans la surface de séparation désirée par exemple en y forant un trou (11, 13), ou un nombre très restreint de trous.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on fore en des points convenablement choisis d'un bloc de forme adaptée, un ou plusieurs trous servant à la fois de guide et d'arrêt de la fissure à l'intérieur du bloc, permettant ainsi d'obtenir des morceaux comportant un ou plusieurs angles rentrant ou sortant.

7. Procédé selon les revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on exerce dans les lignes de moindre résistance artificiellement créées, telles que les rainures (4, 11, 14) et/ou les trous de mines (11, 13), un effort de séparation sensiblement perpendiculaire au plan de séparation désiré, grâce à des dispositifs connus tels que des coins.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la propagation de la fissure est assurée par un fluide sous pression injecté dans l'amorce de fissure.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'en plus de la force de compensation principale on exerce une autre force de compensation, perpendiculaire à la force de compensation

principale et parallèle à la surface suivant laquelle on veut opérer la séparation.

10. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée par l'obtention de morceaux utilisables dans l'industrie du bâtiment et des travaux de voirie, en matériaux tels que roche, verre, béton ou terre cuite.

11. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par l'obtention de morceaux de matière de valeur, telle que métaux extra purs, ou pierres précieuses ou semi-précieuses.

12. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par l'obtention d'objets d'art ou de décoration, par exemple en roche telle que l'obsidienne, en cristal de roche ou analogue, en verre ou en cristal.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 88 40 1239

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	DE-A-1 427 759 (SKANDINAVISKA GRANIT AB) * En entier * ---	1-12	B 28 D 1/22 B 28 D 7/04
A	US-A-2 319 154 (E.M. ORLOW) * En entier * ---	1-12	
A	FR-A-2 223 968 (R.J. LE BESCHU) * En entier * ---	1-12	
A	DE-A-2 522 521 (H. JUUL) * En entier * ---	1-12	
A	US-A-2 723 657 (I.L. JONES) * En entier * ---	1-12	
A	US-A-2 593 606 (M.R. PRICE) * En entier * ---	1-12	
A	US-A-3 809 049 (R.A. FLETCHER et al.) * En entier * -----	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			B 28 D

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	30-08-1988	MOET H.J.K.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

0294267

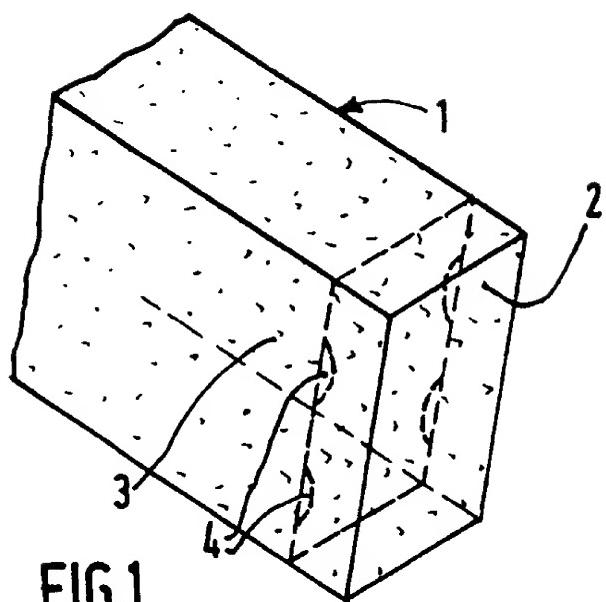


FIG. 1

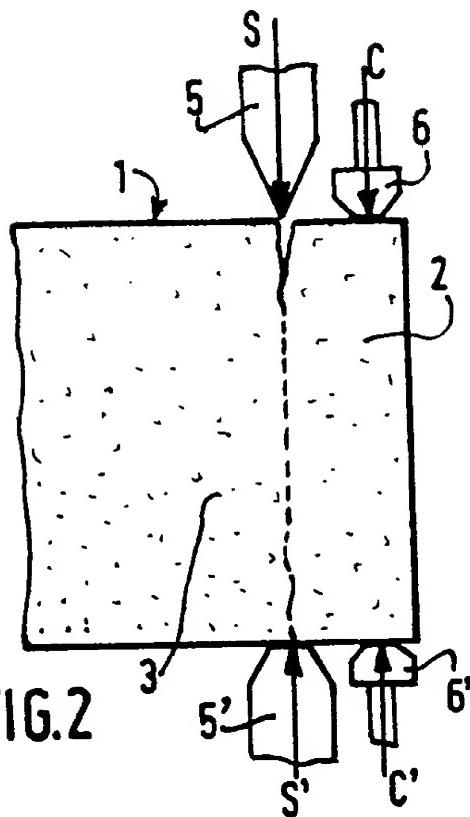


FIG. 2

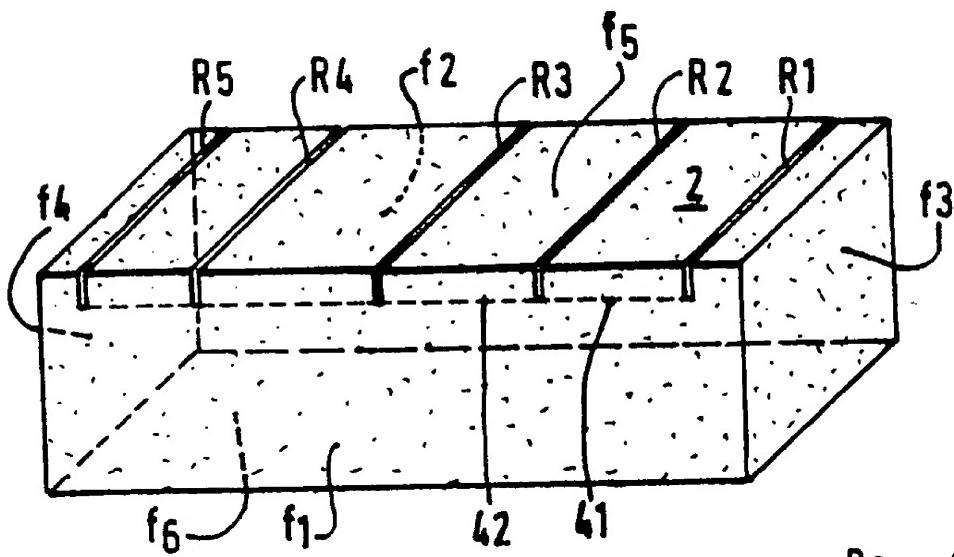


FIG. 3

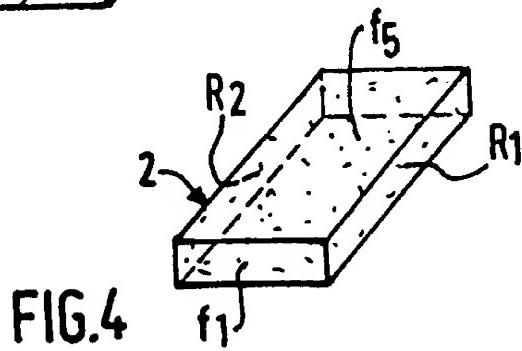


FIG. 4

0294267

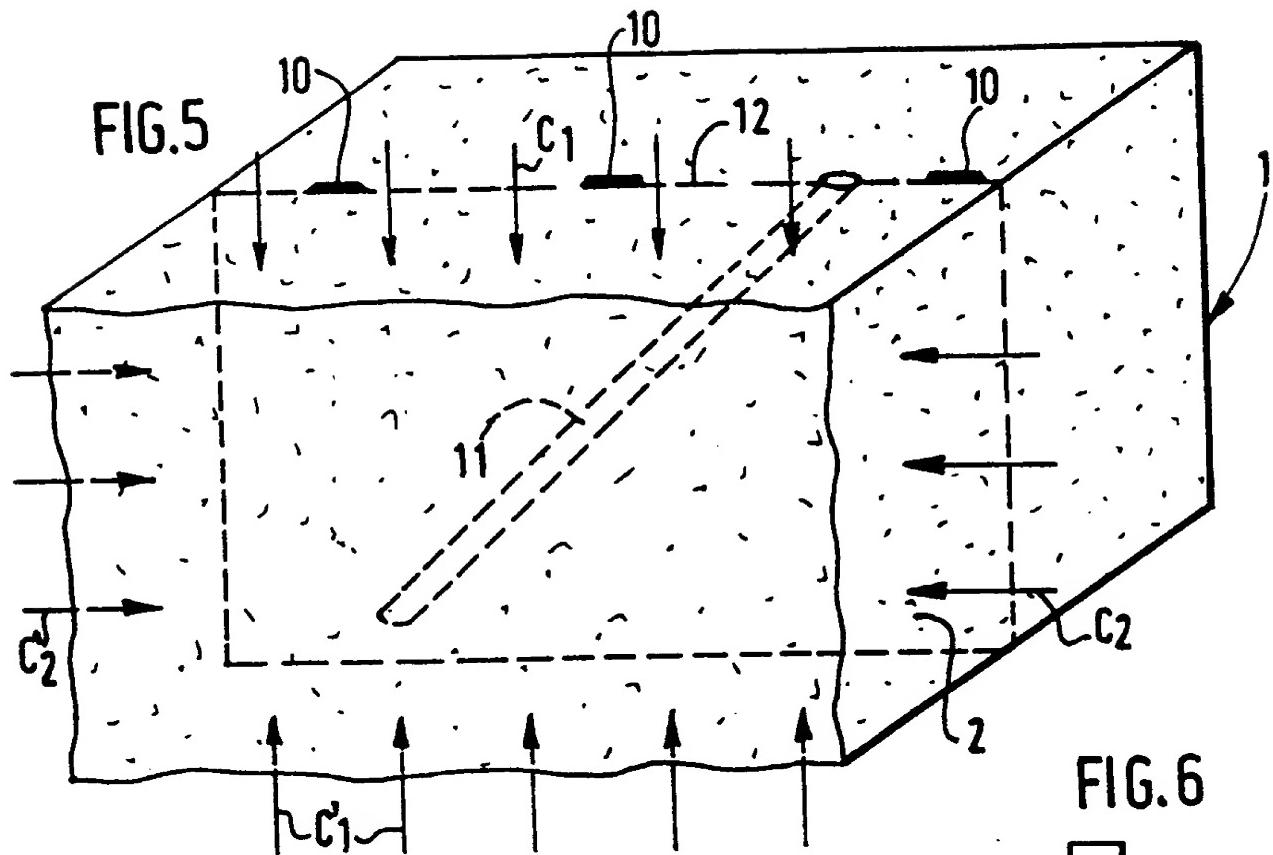


FIG. 6

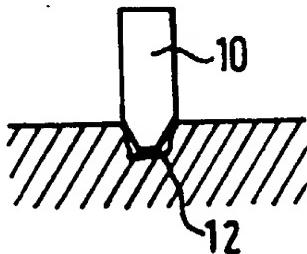


FIG.7

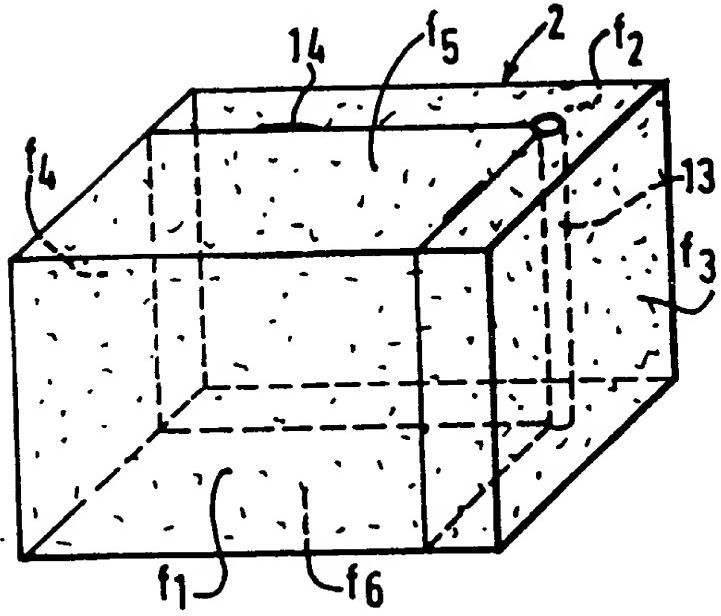
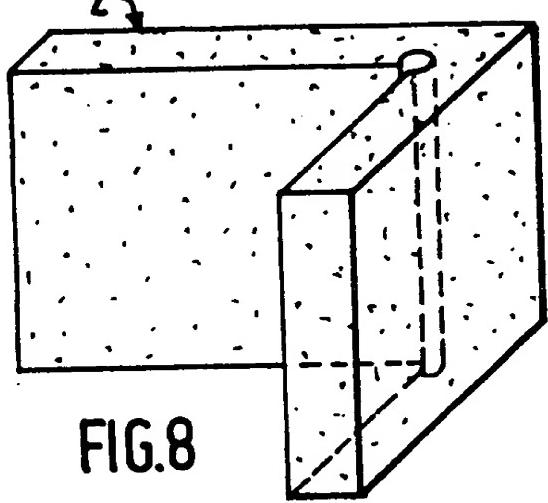


FIG.8



European Patent Application No. 0 294 267 A1

Job No.: 1604-79910

Translated from French by the Ralph McElroy Translation Company
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

Ref.: 3616.177WO02

EUROPEAN PATENT OFFICE
PATENT APPLICATION NO. 0 294 267 A1

Int. Cl. ⁴ :	B 28 D	1/22
	B 28 D	7/04
Filing No.:	88401239.4	
Filing Date:	May 20, 1988	
Date of Public Access to Application:	December 7, 1988 Bulletin 88/49	
 Priority		
Date:	May 20, 1987	
Country:	FR	
No.:	8707275	
Designated Contracting States:	AT, BE, CH, DE, ES, FR, GB, GR, IT, LI, LU, NL, SE	

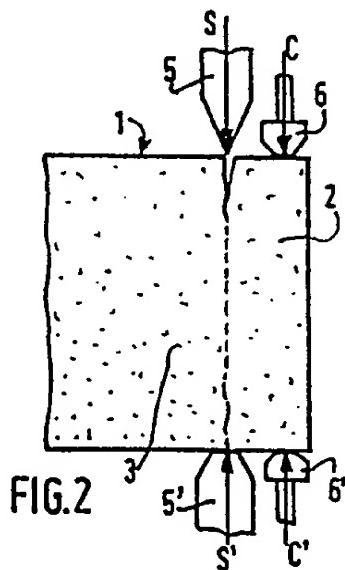
**PROCESS FOR SEPARATING A PIECE WHOSE SHAPE IS DETERMINED IN ADVANCE
FROM A BLOCK OF MATERIAL, FOR EXAMPLE, A ROCK**

Inventor:	Etienne Vincent 25 chemin du Hutreau F-49000 Angers (FR)
Applicant:	Etienne Vincent 25 chemin du Hutreau F-49000 Angers (FR)
Agent:	William Hammond et al. Cabinet Corre & Hammond 17 rue Pasteur F-92300 Levallois (FR)

[Abstract]

The invention relates to a process for separating a piece of determined shape, for example, a relatively thin slab, from a block, particularly of rock, without removal of material. From incipient crack (3), one causes a crack to propagate, for example, using pressure of a fluid

which separates the lips of the crack. In order to guide the crack, on one hand one exerts compensation force (C) on the part of the block that one wishes to transform into a piece, in the zone from which the crack develops, and on the other hand one creates zones of less resistance at certain points of the desired separation surface, over all or part of the periphery of the piece at least, and possibly even inside the block. It is thus possible to obtain, for example, "split" slabs of granite thirty to fifty centimeters high and three centimeters thick or even "L" or "U" shaped "cleaved" pieces.



The present invention relates to a process for separating a piece of material, whose general shape is foreseen in advance, from a block or from a massif of the same material, which is, for example, a rock, by the technique of guided crack propagation.

In the present text, we call "piece" a volume of material whose average dimension in a direction approximately perpendicular to the overall surface of the crack, which we will call the thickness of the piece, is at least less than a third and preferably a tenth of the dimension of the crack in the general direction of its propagation, the direction which determines the height of the piece. The "width" of the piece is measured perpendicularly to the height and to its thickness. "Block" is understood to mean a volume of material whose average dimension in a direction approximately perpendicular to the overall surface of the crack is at least three times the

"thickness" of the piece which one wishes to separate, and "massif" is understood to be a volume whose size can be considered to be infinite in comparison with that of the crack.

In the technique of separation by crack propagation, one starts with a pre-existing incipient crack, which can be found initially in the material or which can have been prepared there intentionally, and which opens at the surface of the block or massif, and one exerts on the walls of the precrack at least one force directed perpendicularly to a surface of the crack, and preferably two forces acting on two opposite sides of the crack, which has the effect of propagating the crack towards the interior of the material, and one prolongs the operation until the crack has separated the piece from the block or massif.

The separation processes by crack propagation can be applied to a large number of materials, in particular all those whose resistance to tension is relatively weak with respect to their resistance to compression and of which the elastic range extends rather close to the breaking load. These processes can be applied to the majority of natural rocks, glass, concrete, ceramic, and certain plastic materials. However, the studies and applications relating to separation processes by crack propagation have up to now related to the "lamellar" materials, that is to say materials which have a direction of less resistance, for example, the slaty schists, the general direction of the crack being this direction of less resistance which is used as guidance for the crack. In particular, FR-A-2.182.309 proposed subjecting two opposite sides parallel to the direction of less resistance of a block of lamellar material to a partial vacuum while the interior of the incipient crack and then of the crack in progress was subjected to atmospheric pressure. FR-A-2.432.375 also proposed sending to the bottom of the incipient crack and then of the crack in progress a stream of liquid at very high speed, this speed being transformed into pressure, in order to separate the opposite sides of the crack in the region of its bottom. EP-A-0 050 075 also proposed exerting on the block or piece which one wishes to split a shearing force by means of two opposite forces applied parallel to the direction of less resistance and on either side of the crack which one wishes to create.

These various processes, applied to splitting blocks of lamellar material, make it possible to develop cracks parallel to the direction of less resistance. On the other hand, if one attempts to use them to separate a piece as defined above from a block or massif of non-lamellar material by creating a crack perpendicular to the direction of less resistance or which makes a large angle with this direction, one runs into the following difficulty: the crack, which is not guided in its development by the plane of less resistance of the rock, develops in an uncontrollable manner which does not enable one to produce pieces whose shape can be determined beforehand.

It is known that it is possible to guide the propagation of a crack by preparing beforehand the plane which one wishes to have the crack run through, either by drilling numerous parallel holes in the desired plane of cracking or by making surface grooves situated in the same plane.

This manner of operating has disadvantages: the number of holes and the depth of the grooves must increase as the thinness of the piece increases with respect to the block, resulting in a high cost and an often undesirable aesthetic appearance. Another solution sometimes used consists of exerting on the periphery of the piece to be separated, according to the desired separation plane, a great pressure, by the intermediary of tools, at a more or less acute angle. This method does not enable one to separate thin blocks from a thick piece. For this reason, all these techniques have up to now been proposed for splitting blocks into smaller blocks, but not in order to obtain pieces, in the sense indicated above, from blocks or massifs.

The aim of the invention is to solve this problem by providing an economical process for separation of a piece with a defined shape from a block or massif by the crack propagation technique. In order to obtain this result, the invention provides a process for separating a piece with a shape defined in advance from a block or massif, this process including the creation of an incipient crack, then application, on one or both of the walls of this precrack and then possibly of the crack itself, [of] one or two opposing forces sufficient to cause this crack to progress until it has reached, over its whole extent, the exterior surface of the block or massif and has separated the piece, this process moreover having the characteristic that:

- one prepares the surface following which one wishes to perform the separation by artificially creating there lines or points of less resistance on at least part of the line according to which one wants the crack to reach the exterior surface of the piece, and possibly even inside the block,

- and one applies, on the part of the block that is intended to constitute the piece, a set of compensation forces, roughly parallel to the desired separation surface and whose component parallel to the direction of development of the crack, called the principal compensation force, exerted on the piece in the process of separation remains practically constant at an appropriately proportioned value,

- with the different operations proceeding in any order, provided only that the crack develops only after preparation of the separation surface and application of the compensation forces.

The invention proceeds in the first place from the discovery that it is possible to act on the direction of propagation of a crack by creating a compression gradient in the material. In effect, a crack propagates naturally towards the least compressed zones or the zones of greatest tension of the material. In the absence of compensation force, the state of the material on both sides of the crack in the zone where it is in the process of development is such that the crack immediately curves towards the zone of smaller thickness and causes the formation of chips. Calculation shows that these phenomena can be eliminated if the zone of the piece immediately behind the crack in the process of progressing is subjected to a compression force whose

component parallel to the direction of propagation of the crack is correctly proportioned and whose intensity varies roughly as the square root of the dimension in the direction perpendicular to the direction of the crack. This force remaining great even in the case of thin pieces, its prolonged application on a long piece risks damaging it; a secondary characteristic of the invention makes it possible to eliminate this force as soon as the piece is separated.

But the essential characteristic of the invention is elsewhere. Any block of material, even non-lamellar, is always relatively heterogeneous, and application of a compensation force alone is not sufficient to suitably direct the crack according to the desired shape. Except in the case in which the crack is supposed to be propagated in the plane of less resistance of a so-called fissile material, it is suitable then to create zones of less resistance in the desired separation surface which will participate in guiding the crack; it is necessary to "prepare" the desired separation surface. This preparation can vary depending on economic necessities, depending on the surface appearance which one wishes to give the piece, and depending on the desired separation precision. According to a characteristic of the invention, the preparation makes it possible to give the pieces a wavy form or a form with very acute angles, in the shape of an "L" or "U" of which all or part of the four or six walls will have a cleaved appearance.

Finally, according to another secondary characteristic of the invention, in addition to the modes of guidance by compensation force and preparation of the separation surface, one uses a mode of separation which in itself has a certain guiding effect: this is separation by the action of a fluid under pressure which, acting even up to the front of the crack in the process of formation, reduces the tendency of the crack to deviate towards the zone of smaller thickness.

The different modes of practical execution of the various steps of the process of the invention will now be described.

The preparation of the surface following which one wishes to create the separation amounts to creating lines or zones of less resistance in this surface, which will play the role of take-off point for the crack in the process of its development. The simplest, which is generally sufficient if the compensation force is correctly proportioned, consists of acting on the periphery of the block, following all or part of the desired separation line: short cracks created by impacts on a tool, grooves of little depth whose action can be reinforced by a slight wedge effect, constitute simple means. It is also possible to apply great pressures on tools arranged over all or part of the future breaking line. It is also possible, according to a different modality, to create grooves in the block, roughly perpendicular to the desired separation surface. It is the bottom of these grooves which will create the take-off line for the crack. The thickness of the piece to be detached will be equal, on its edges, to the depth of the groove. The spacing between the grooves will determine the width or the height of the piece which is to be separated. The latter two means do not leave any trace on the split surface. Finally, it is possible to act far inside the block, in the

separation surface, by creating zones of weakness there whose effect, at the time of passage of the crack, will be greatly increased by the compensation force. One simple means of creating such zones of weakness consists of sinking a small number of drill holes in the desired separation plane inside the block.

The compensation forces are forces roughly parallel to the desired separation surface, acting on the edge of the piece which is to be separated. The process requires that at least one set of compensation forces be exerted such that it exerts the most constant possible pressure on the section of the piece, perpendicular to the desired separation surface, closest to the bottom of the crack, during the whole process of formation of the piece. This set of forces must therefore be implemented on the part of the edge of the piece close to the cracking initiation line where the crack will start that will ensure separation of the piece; only the component of this set of forces parallel to the direction of propagation of the crack will function as the principal compensation force. Secondary compensation forces, still applied on the edge of the piece to be separated but having different directions from the principal compensation force, can be implemented. They will only play the role of supplemental guide for the crack. All the compensation forces, in the vicinity of their point of application, can have a component which has a tendency either to re-close the crack which one wishes to develop and therefore to delay its passage in the zone in question, or on the contrary, to open it. As an example, in the case of a piece three centimeters thick and ten centimeters wide, the principal compensation force, in an average granite, is on the order of a few metric tons, independent of the length of the piece to be separated. The large value of this force requires careful study of establishment of the reaction force that needs to be opposed to it so as not to induce stray stresses in the block. According to a recommended but not absolutely necessary arrangement, it is simplest to take up the principal compensation force by a force of the same order of magnitude and roughly the opposite direction on the opposite side of the piece.

In order to create the principal precrack, that is to say that from which the crack will be propagated, it is possible to provide an impact given by a tool in the form of a chisel. It is also possible first to create a groove by any conventional means and then to introduce a wedge by force into this groove. The two methods leave a visible trace on the surface of the piece and of the block. In the case in which this is considered a disadvantage, it is possible simply to exert on the material, over all or part of the desired cracking line, a very strong pressure by means of a tool in the form of a chisel, pressure which initiates the crack and will then propagate it by wedge effect. In the three cases above, increasing the forces allowing one to create the incipient crack will allow it to develop. Another method of great interest ensuring the propagation of the principal precrack consists of injecting into said precrack a fluid under pressure which, acting in

the immediate vicinity of the bottom of the crack, possibly enables one to reduce the compensation force.

As can be observed, the means used to initiate and propagate the initial crack are identical to those recommended for guiding the crack along the desired separation line. The means being equal, the forces for guiding will simply be weaker than those used to propagate the crack. In the case of using pressure exerted on the material, it should be noted that the more rounded the end of the chisel providing this pressure, the greater the pressure that needs to be developed in order to propagate the crack. According to a modality of great interest, it can then be useful to squeeze the material between two series of chisels, one series with a relatively acute end will ensure the initiation and propagation of the principal crack, the other series with a more rounded end will ensure guidance of the crack at the other end of the piece.

The order of the operations to be executed in order to separate a piece from a block by crack propagation can be any order, provided only that propagation of the principal crack only takes place after the operations of preparation of the separation surface and implementation of the compensation forces are completed.

In order to exert the different forces mentioned above, it will be preferable to use hydraulic jacks which particularly allow application of very great forces with quasi-instantaneous stopping of these forces, the latter property being especially advantageous for the principal compensation force.

The invention will now be disclosed more precisely by means of practical examples that are illustrated by the drawings, among which:

Figure 1 is an oblique view of a block prepared for separating a piece from it following a line defined in advance,

Figure 2 is a cross section of this block during propagation of the principal crack,

Figure 3 is an oblique view of a block prepared in a different manner,

Figure 4 is a similar view of a piece taken from the block of Figure 3,

Figure 5 is an oblique view of a large block containing a preparation on the periphery of the block and inside the block in the desired separation plane,

Figure 6 is a cross section showing a detail of Figure 5,

Figures 7 and 8 are oblique views illustrating separation of an "L"-shaped piece.

It will be observed in the figures that, for greater clarity, the exact proportions are not respected. In effect, the method allows one to separate slabs of granite, for example, whose thickness can be less than three centimeters, for a length, in the direction of propagation of the crack, up to or exceeding fifty centimeters. Figure 1 shows block 1 of granite, for example, in view of the separation of piece 2 in the form of a slab. The cross section of Figure 2 shows how the block is squeezed following desired breaking line 3 between a first series of tools 5,

contiguous or not, which are applied with forces S on a side of the block, a second series of tools $5'$ applied with forces S' on the opposite side of the block. Tools $5'$ have at their end a greater radius of curvature than tools 5 . On the other two sides of the block, one creates one or more series of grooves 4 . Principal compensation force C is applied by means of a tool or series of tools 6 with a flat or very rounded end. This force is to a great extent taken up by a tool or series of tools $6'$ applied with counter-force C' . The sum $S + C$ of the forces applied on one side of the block is equal to the sum $S' + C'$ of the forces applied on the opposite side. Once force C is adjusted, one gradually increases force S transmitted by the end of tool(s) 5 whose end has a relatively small radius of curvature. The reactions of these forces are taken up at C' and S' as we have seen. Because of the difference in the radii of curvature of tools 5 and $5'$, a crack is thus initiated under tool(s) 5 , which develops suddenly exactly according to the desired contour and approximately according to the desired breaking plane.

Represented in Figure 3 is block, roughly in the form of a parallelepiped for the sake of clarity of the figure, whose opposite sides two by two are $f_1, f_2 - f_3, f_4 - f_5, f_6$. On f_5 , roughly perpendicularly to this side and to sides f_1, f_2 , grooves R_1 to R_5 have been made, whose depth is equal to the thickness of the pieces that one wishes to separate. One then squeezes the block according to all or part of desired separation lines $41, 42$, etc. with tools of the type of tools 5 and $5'$ of Figure 2, after having applied the principal compensation force on the two sides of the piece which are situated in sides f_1 and f_2 of the block. By gradual increase of the force applied on tools 5 and therefore $5'$, a sudden separation of piece 2 will be obtained. The successive repetition of the operations of squeezing and application of compensation forces will separate piece 2 , of which only two lateral sides, corresponding to grooves R_1, R_2 , for example, are sawed; the other sides can all be obtained by propagation of cracks.

Represented in Figure 5 is a large block several square meters in section. This block is assumed to have an irregular shape, and one wishes to create a flat side in this block 1 . One begins by preparing the flat surface which one wishes to obtain, by making, over all or part of the periphery of this block, staying in the plane which one wishes to create, a groove or grooves 12 which are not very deep, a few centimeters, for example, using a diamond tool, one forces [sic; drills] hole 11 in the desired separation plane. One squeezes the block by principal compensation forces C_1, C'_1 and auxiliary compensation forces C_2, C'_2 , then using one or more wedges 10 introduced into groove 12 , one possibly creates a slight tension between the lips of the groove but without initiating an extensive crack. It is also possible to introduce a stress perpendicular to the desired separation plane by introduction of correctly directed wedges in drill hole 11 . once these preparation operations are completed, one increases the stress of wedges 10 located in the zone of C_1 , thus initiating the principal crack and developing it. Piece 2 will thus be detached from the block following an approximately flat surface:

One finds in Figure 7 a block of adequate shape with roughly opposite sides f1, f2 - f3, f4 - f5, f6; one makes drill hole 13 at a suitable place from f5 towards f6. One prepares the separation surfaces, according to any of the modalities seen above for the separation planes, starting from drill hole 13, and parallel to sides f2, f3, one applies correctly proportioned compensation forces on the f5 side, on the side of the piece to be separated 2, as represented in Figure 7. The separation is ensured by one of the processes described above, preferably by injecting a fluid under pressure into two shallow grooves 14, which makes it possible to obtain the piece of Figure 8 of which all the sides can have a "cleaved" appearance.

The invention has been described in reference mainly to obtaining pieces that can be used in the building industry and road work, made from materials such as rock, particularly granite, glass, concrete, and baked clay. It can be applied in other domains, particularly for materials of high value and low volume such as the ultra-pure metals or precious or semi-precious stones. Cutting such materials is usually done using very thin diamond disk saws in order to maximally limit losses of material. These saws are expensive and delicate to use; they nevertheless lead to appreciable losses of material. These losses are eliminated by the process of the invention. In the case in which later polishing of the separation surface is necessary, the losses of material are nevertheless greatly reduced.

Another application of interest lies in the production of objects of art or decoration, for example, from rock such as obsidian, from rock crystal or the like, from glass or from crystal. The surfaces obtained by crack propagation in effect have an original appearance that cannot be obtained by other methods such as polishing of greater or less coarseness, the action of sand blasting, chemical attack, etc.

It is well understood that for the expert in the field, the word "forces" is used to designate individualized forces as well as the set of forces, for example, of pressures.

Claims

1. A process for separation of piece (2), with a shape defined in advance, from block (1) or from a massif, this process including application, to one or both of the walls of an incipient crack, of one or two opposing forces sufficient to cause this crack to progress and continuation of the application of this force or these forces during the progression of the crack until it has attained, over its entire extent, the exterior surface of the piece that is to be separated, characterized by the fact that:

- one prepares surface (3) following which one wishes to perform the separation by artificially creating there lines or points of less resistance (4, 11 to 14) on at least part of the line following which one wants the crack to reach the exterior surface of the piece, and possibly inside the block,

- and one applies, on the part of the block that is intended to constitute the piece, a set of compensation forces, roughly parallel to the desired separation surface and of which a component, called principal compensation force (C), parallel to the direction of development of the crack, exerted on the piece in the process of separation, remains practically constant at a appropriately proportioned value,

- with the different operations proceeding in any order provided only that the crack develops only after preparation of the separation surface and application of the compensation forces.

2. A process according to Claim 1, characterized by the fact that the artificially created lines of less resistance are made on at least a part of the periphery of the block, on the desired separation surface of the piece, and are constituted by shallow elongated grooves or cracks (4, 12, 14) in the desired separation surface or by strong pressures established following these same lines.

3. A process according to Claim 1, characterized by the fact that the artificially created lines of less resistance are at least in part constituted by the bottom of one or more grooves (R1 to R5) established in the block, roughly perpendicularly to the desired separation surface, and whose depth corresponds to the thickness, on its edges, of the piece that one wishes to separate.

4. A process according to either of Claims 1 and 2, according to which one obtains the initiation and guided development of the crack by strongly squeezing the block, following at least a part of the desired separation line, between chisels (5, 5'), characterized by the fact that the end of the chisels (5) located in the zone where one wishes to initiate the crack is less rounded than that of those (5') arranged in the zone where they are called on simply to guide the crack.

5. A process according to one of Claims 1 to 4, characterized by the fact that one prepares zones or lines of less resistance even inside the block, in the desired separation surface, for example, by drilling hole (11, 13) there, or a very limited number of holes.

6. A process according to Claim 5, characterized by the fact that at a suitably chosen point of a block of suitable shape, one drills one or more holes serving both as guide and to stop the crack inside the block, thus enabling one to obtain pieces having one or more re-entry or exit angles.

7. A process according to Claims 1 to 6, characterized by the fact that in the artificially created lines of less resistance, such as grooves (4, 11, 14) and or drill holes (11, 13), one exerts a separation force roughly perpendicular to the desired separation plane, by means of known devices such as wedges.

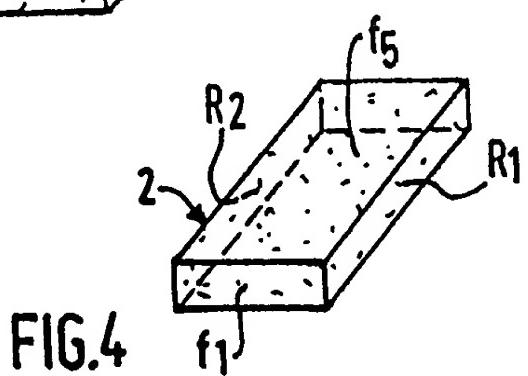
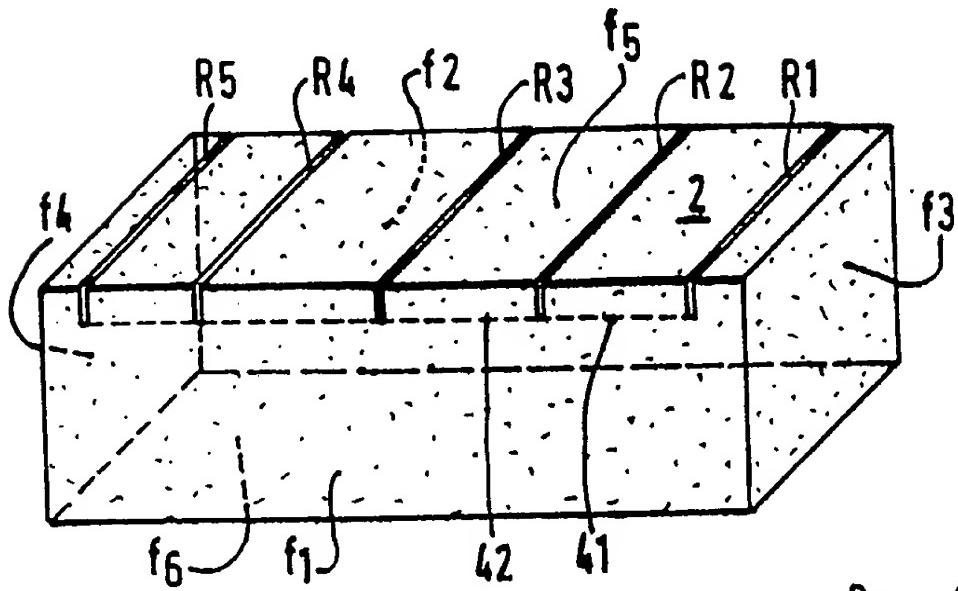
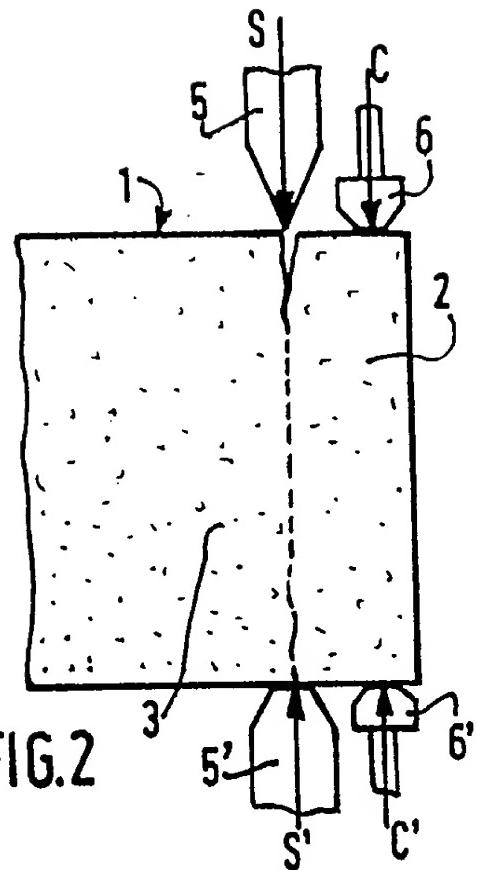
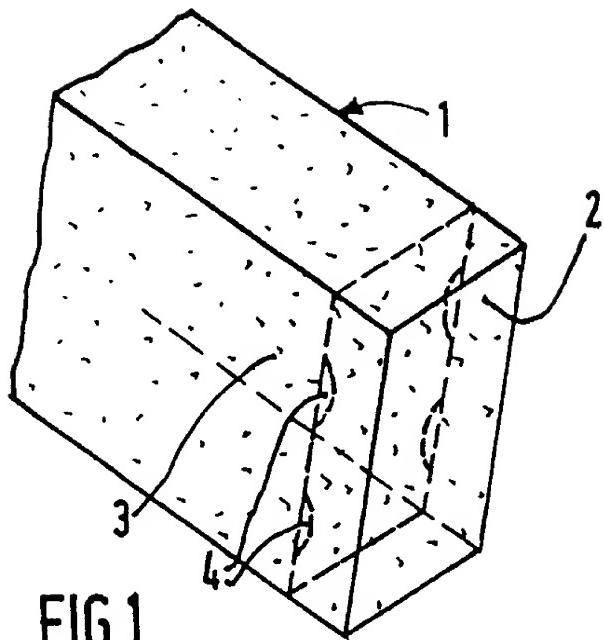
8. A process according to one of Claims 1 to 7, characterized by the fact that the propagation of the crack is ensured by a fluid under pressure injected in the incipient crack.

9. A process according to any of Claims 1 to 8, characterized by the fact that in addition to the principal compensation force, one exerts another compensation force perpendicular to the principal compensation force and parallel to the surface following which one wishes to effect the separation.

10. Application of the process according to any of Claims 1 to 9, characterized by the obtaining of pieces that can be used in the building industry and road work, made of materials such as rock, glass, concrete or baked clay.

11. Application of the process according to any of Claims 1 to 9, characterized by the obtaining of pieces of valuable material, such as extra-pure metals or precious or semi-precious stones.

12. Application of the process according to any of Claims 1 to 8, characterized by the obtaining of objects of art or decoration, for example, made of rock such as obsidian, made of rock crystal or the like, made of glass or made of crystal.



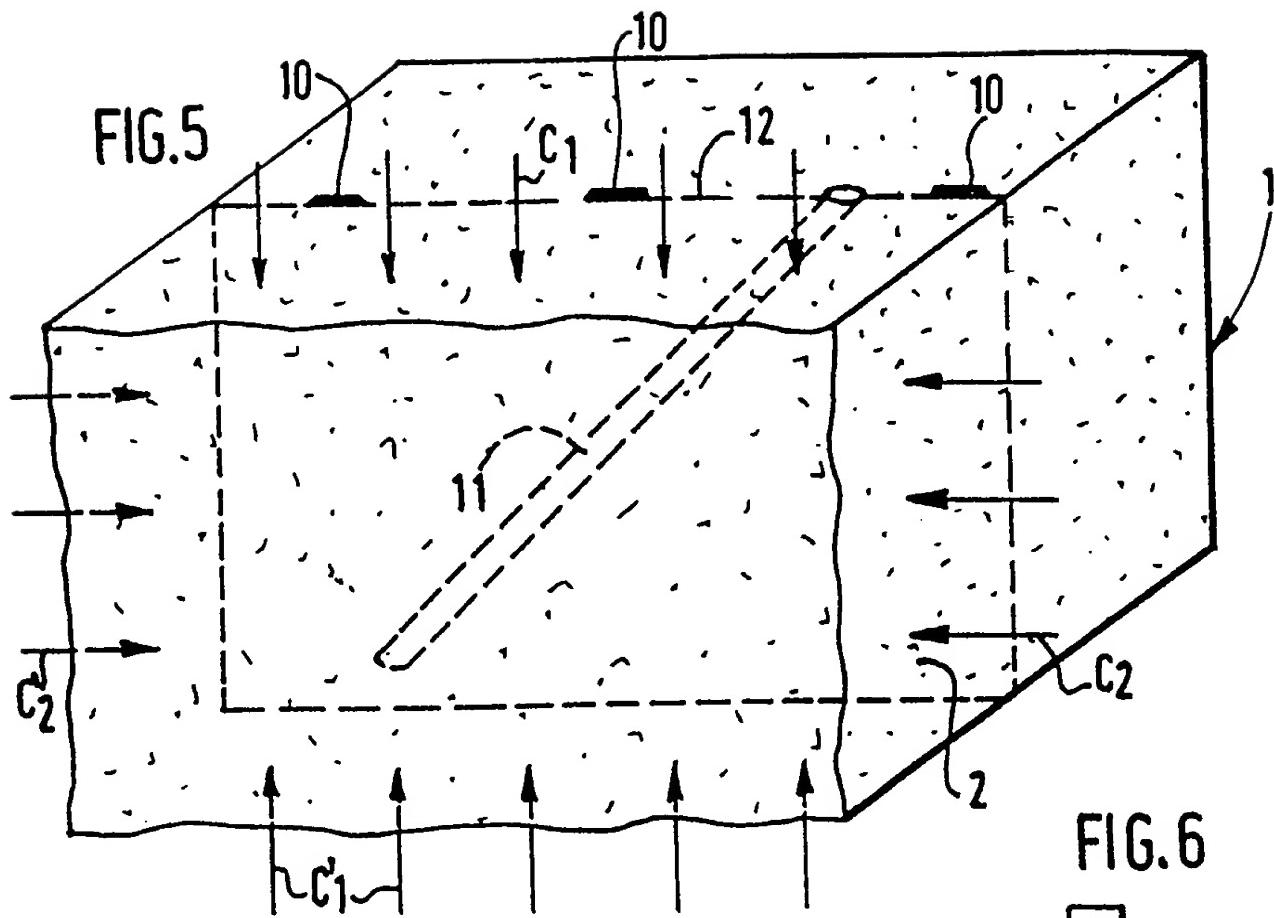


FIG.6

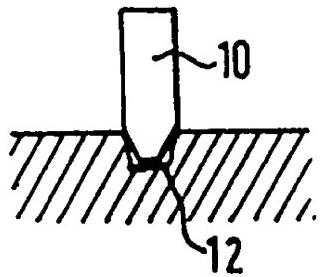


FIG.7

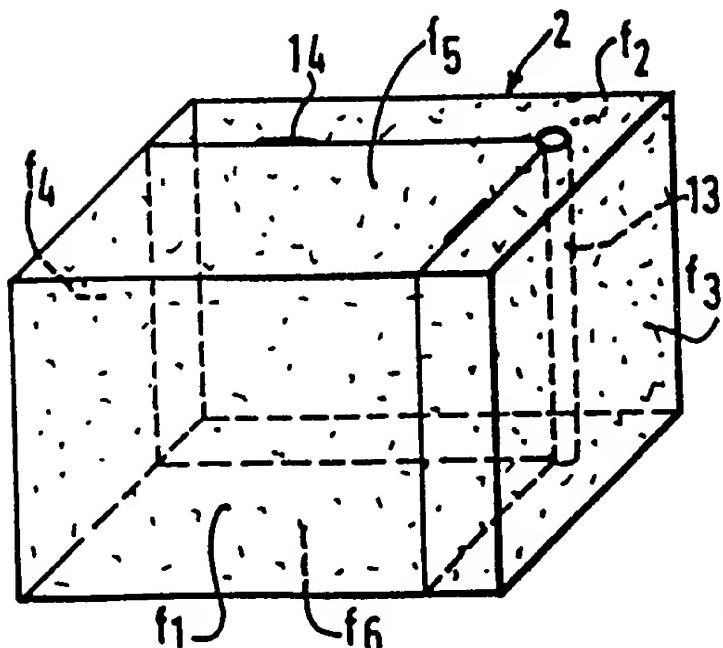
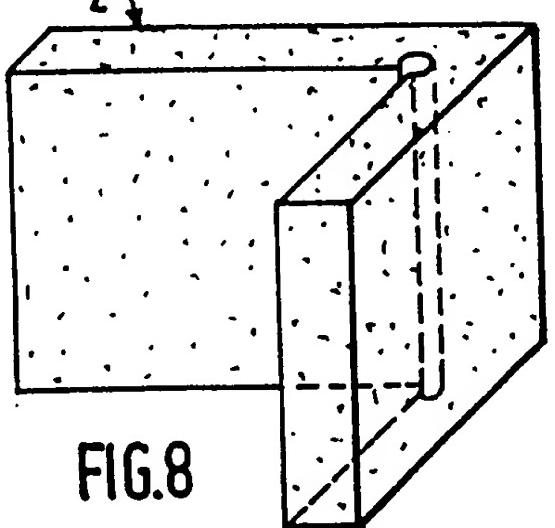


FIG.8



European
Patent Office

Application Number
EP 88 40 1239

EUROPEAN SEARCH REPORT

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl. ⁴)
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages		
A	DE-A-1 427 759 (SKANDINAVISKA GRANIT AB) * In entirety *	1-12	B 28 D 1/22 B 28 D 7/04
A	US-A-2 319 154 (E.M. ORLOW) * In entirety *		
A	FR-A-2 223 968 (R.J. LE BESCHU) * In entirety *		
A	DE-A-2 522 521 (H. JUUL) * In entirety *		
A	US-A-2 723 657 (I.L. JONES) * In entirety *		
A	US-A-2 593 606 (M.R. PRICE) * In entirety *		
A	US-A-3 809 049 (R.A. FLETCHER et al.) * In entirety *		
The present search report has been drawn up for all claims.			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl. ⁴)
Place of search		Date of completion of the search	Examiner
THE HAGUE		August 30, 1988	MOET H.J.K.
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X:	Particularly relevant if taken alone.	T:	Theory or principle underlying the invention.
Y:	Particularly relevant if combined with another document of the same category.	E:	Earlier patent document, but published on, or after the filing date.
A:	Technological background.	D:	Document cited in the application.
O:	Non-written disclosure.	L:	Document cited for other reasons.
P:	Intermediate document.	&: Member of the same patent family, corresponding document.	